

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

14. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月10日

REC'D 02 SEP 2004

出願番号
Application Number: 特願2003-273100
[ST. 10/C]: [JP2003-273100]

WIPO PCT

出願人
Applicant(s): 株式会社イデアルスター

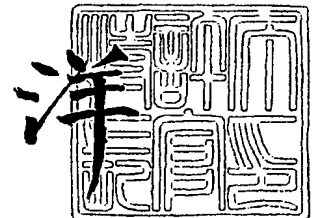
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3074553

【書類名】 特許願
【整理番号】 IDEAL0011
【提出日】 平成15年 7月10日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01B 1/04
H01J 1/304

【発明者】
【住所又は居所】 宮城県仙台市泉区虹の丘4丁目11番地の12
【氏名】 笠間 泰彦

【発明者】
【住所又は居所】 宮城県仙台市泉区住吉台東5丁目13-18
【氏名】 表 研次

【特許出願人】
【識別番号】 502344178
【氏名又は名称】 株式会社イデアルスター

【代理人】
【識別番号】 100088096
【弁理士】
【氏名又は名称】 福森 久夫
【電話番号】 03-3261-0690

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 007467
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0213743

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、及び陰極を順次積層して形成した発光素子において、前記電子輸送層がアルカリ金属内包フラーレン、又はアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料からなることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子注入層、及び陰極を順次積層して形成した発光素子において、前記電子注入層がアルカリ金属内包フラーレン、又はアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料からなることを特徴とする発光素子。

【請求項 3】

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、及び陰極を順次積層して形成した発光素子において、前記電子注入層がアルカリ金属内包フラーレン、又はアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料からなることを特徴とする発光素子。

【請求項 4】

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、及び陰極を順次積層して形成した発光素子において、前記電子輸送層がアルカリ金属内包フラーレン、又はアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料からなることを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

陽極、発光層、電子輸送層、及び陰極を順次積層して形成した発光素子において、前記電子輸送層がアルカリ金属内包フラーレン、又はアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料からなることを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の発光素子からなる複数の発光素子をアレイ状に配置したことを特徴とする発光装置。

【請求項 7】

表示装置であることを特徴とする請求項 6 記載の発光装置。

【請求項 8】

照明装置であることを特徴とする請求項 6 記載の発光装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】発光素子、及び発光装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置、又は照明装置などに使用される有機ELを発光材料とする発光素子、及び発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

【非特許文献1】AMD Application Note Vol.1 Dec., 2002 p.1~p.19 Alkali Metal Dispenser for OLED

【特許文献1】特開2001-6878 薄膜EL素子及びその駆動方法

【0003】

現在、薄型でフラットという特徴を持つ液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなど、さまざまな表示装置が、ブラウン管に代わる表示装置として広範に普及している。また、近年、次世代ディスプレイの本命として期待される有機ELを使用した表示装置の研究、開発がすすめられている。有機ELは、エレクトロルミネセンスを利用して電気を光に変換しているので、熱をほとんど発生せず、消費電力が小さい。また、液晶ディスプレイと異なり視野角によらず鮮明な画像を表示できるという特徴がある。

【0004】

第8図は、従来の発光素子の断面図である。従来の発光素子は、ガラス基板101上に、陽極102、正孔注入層103、正孔輸送層104、発光層105、電子輸送層106、電子注入層107、陰極108を順次積層して形成される。陽極には仕事関数の大きい透明な電極材料として、ITO (Indium Tin Oxide) が使用され、陰極には仕事関数の小さいアルミニウムが使用される。発光層105としては、Alq₃、NPBなどの低分子系の有機ELや、PPV、ポリ(3-アルキルチオフェン)などの高分子系の有機ELが使用される。無機材料の陽極、陰極と有機材料の発光層の接合性をよくするために、通常、発光層と陽極の間に正孔輸送層、正孔注入層を介在させ、また、発光層と陰極の間に電子輸送層、電子注入層を介在させることで、発光素子を多層構造にする。従来、正孔輸送層、又は正孔注入層の材料としては、TPD、PEDOTなどの有機材料が使用され、電子輸送層、又は電子注入層の材料としては、アルカリ金属をドーブした有機材料が使用されていた。陰極界面の有機層に、アルカリ金属をドーブすることにより、有機分子のラジカルアニオンが生成され、電場印加時に内部キャリアとしてふるまうため、有機ELの駆動電圧を低減させることができる(非特許文献1)。しかし、電子輸送層、電子注入層の材料として使用されていたアルカリ金属をドーブした有機材料は、アルカリ金属が、反応性が高く水酸化物になり易いという問題があった。そのため、発光素子の製造工程において、アルカリ金属をドーブした有機材料、あるいは形成した薄膜が、大気中の水分や他の不純物と反応しないように、プロセス管理を厳密に行わなければならない、作製した発光素子に外気がリークして水蒸気などと反応しないように、発光素子、又は発光装置の封止を完全なものにしないといけないなどの問題があった。また、寿命が十分長い発光素子を作製することが困難だった。

【0005】

また、電子輸送層として、C₆₀、C₇₀などの空のフラーレンを含む材料を使用したEL素子が知られている(特許文献1)。しかし、空のフラーレンは、電子親和力が比較的小さく、電子注入効率が悪く、従って、発光効率が高くないという問題があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、発光素子の製造プロセス管理を容易にし、発光素子、又は発光装置の封止を簡易なものにし、発光効率の高い、長寿命の発光素子を作製することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

電子輸送層、又は電子注入層の材料に、アルカリ金属内包フラーレン、またはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用することにした。

【発明の効果】

【0008】

1. アルカリ金属内包フラーレンは、アルカリ金属が球形炭素クラスターであるフラーレンの中に閉じ込められているため、アルカリ金属内包フラーレン、またはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料で形成した電子輸送層、又は電子注入層は大気中の水分や他の不純物との反応性が低い。そのため、プロセス管理が容易になる、発光素子、又は発光装置の封止に簡易型の封止構造が使用できる。また、発光素子の寿命を長くすることができる。

【0009】

2. アルカリ金属内包フラーレン、またはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料は、アルカリ金属をドーブした有機材料に比べ電子移動度が大きい。そのため、発光素子の発光効率が向上する。また、発光素子の内部抵抗が小さくなるため、低電圧駆動が可能になる。

【0010】

3. アルカリ金属内包フラーレン、またはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料は、空のフラーレンに比べ電子親和力が大きい。そのため、電子注入効率が高く、発光効率が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

第1図は、本発明の第一の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第一の実施例に係る発光素子は、外部の駆動素子で発光素子を制御する、いわゆるパッシブ・マトリックス駆動の発光素子であり、電極間の多層膜が5層構造の発光素子である。ガラス基板1上に、陽極2、正孔注入層3、正孔輸送層4、発光層5、電子輸送層6、電子注入層7、陰極8を順次積層して形成されている。陽極2には、仕事関数の大きい透明な電極材料であるITO (Indium Tin Oxide) などを使用する。正孔注入層3には、銅フタロシアニン、PEDOTなどのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。正孔輸送層4には、TPD、TPACなどの有機材料を使用する。発光層5には、Alq₃、NPBなどの低分子系有機EL材料、あるいはPPV、ポリ(3-アルキルチオフェン)などの高分子系有機EL材料を使用する。電子輸送層6には、Na、Kなどのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ(3-メチルチオフェン)などを使用する。電子注入層7には、LiFやMgなどの仕事関数の小さい材料を使用する。陰極8には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。

【実施例】

【0012】

第2図は、本発明の第二の実施例に係る発光素子の断面図である。プラスチック基板9上に、陽極10、正孔注入層11、正孔輸送層12、発光層13、電子輸送層14、電子注入層15、陰極16を順次積層して形成されている。軽量でフレキシブルなプラスチック基板を使用することで、携帯電話、電子ペーパーなどへの応用が広がる。また、PETなどの安価なプラスチック基板を使用することで、発光素子のコストダウンが可能になる。陽極10には、仕事関数の大きい透明な電極材料であるITO (Indium Tin Oxide) などを使用する。正孔注入層11には、銅フタロシアニン、PEDOTなどのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。正孔輸送層12には、TPD、TPACなどの有機材料を使用する。発光層13には、Alq₃、NPBなどの低分子系有機EL材料、あるいはPPV、ポリ(3-アルキルチオフェン)などの高分子系有機EL材料を使用する。電子輸送層14には、Na、Kなどのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ(3-メチルチオフェン

）などを使用する。電子注入層 15 には、LiF や Mg などの仕事関数の小さい材料を使用する。陰極 16 には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。電子注入層 15 としては、アルミニウムなどの陰極材料よりも仕事関数が小さい材料を使用することで、発光素子に対する電子注入効率を高める機能を持つ。外部の駆動回路により、陰極 16 に対し陽極 10 に正の駆動電圧を印加すると、陰極 16 から注入された電子と陽極 10 から注入された正孔が、発光層 13 において再結合することで、発光層 13 が発光する。

【0013】

第3図は、本発明の第三の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第三の実施例に係る発光素子は、ガラス基板 17 上に、陽極 18、正孔注入層 19、正孔輸送層 20、発光層 21、電子輸送層 22、電子注入層 23、陰極 24 を順次積層して形成されている。陽極 18 には、仕事関数の大きい透明な電極材料である ITO (Indium Tin Oxide) などを使用する。正孔注入層 19 には、銅フタロシアニン、PEDOT などのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。正孔輸送層 20 には、TPD、TPAC などの有機材料を使用する。発光層 21 には、Alq₃、NPB などの低分子系有機 EL 材料、あるいは PPV、ポリ(3-アルキルチオフェン) などの高分子系有機 EL 材料を使用する。電子輸送層 22 には、BND、PBD、p-EtTAZ、BCP などの有機材料を使用する。電子注入層 23 には、Na、K などのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ(3-メチルチオフェン) などを使用する。陰極 24 には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。

【0014】

第4図は、本発明の第四の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第四の実施例に係る発光素子は、ガラス基板 25 上に、陽極 26、正孔注入層 27、正孔輸送層 28、発光層 29、電子注入層 30、陰極 31 を順次積層して形成されている。陽極 26 には、仕事関数の大きい透明な電極材料である ITO (Indium Tin Oxide) などを使用する。正孔注入層 27 には、銅フタロシアニン、PEDOT などのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。正孔輸送層 28 には、TPD、TPAC などの有機材料を使用する。発光層 29 には、Alq₃、NPB などの低分子系有機 EL 材料、あるいは PPV、ポリ(3-アルキルチオフェン) などの高分子系有機 EL 材料を使用する。電子注入層 30 には、Na、K などのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ(3-メチルチオフェン) などを使用する。陰極 31 には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。

【0015】

第5図は、本発明の第五の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第五の実施例に係る発光素子は、ガラス基板 32 上に、陽極 33、正孔注入層 34、発光層 35、電子輸送層 36、陰極 37 を順次積層して形成されている。陽極 33 には、仕事関数の大きい透明な電極材料である ITO (Indium Tin Oxide) などを使用する。正孔注入層 34 には、銅フタロシアニン、PEDOT などのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。発光層 35 には、Alq₃、NPB などの低分子系有機 EL 材料、あるいは PPV、ポリ(3-アルキルチオフェン) などの高分子系有機 EL 材料を使用する。電子輸送層 36 には、Na、K などのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ(3-メチルチオフェン) などを使用する。陰極 37 には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。

【0016】

第11図は、本発明の第八の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第八の実施例に係る発光素子は、ガラス基板 59 上に、陽極 60、発光層 61、電子輸送層 62、陰極 63 を順次積層して形成されている。陽極 60 には、仕事関数の大きい透明な電極材料である ITO (Indium Tin Oxide) などを使用する。発光層 61 には、Alq₃、NPB などの低

分子系有機EL材料、あるいはPPV、ポリ（3-アルキルチオフェン）などの高分子系有機EL材料を使用する。電子輸送層62には、Na、Kなどのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ（3-メチルチオフェン）などを使用する。陰極63には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。

【0017】

第6図は、本発明の第六の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第六の実施例に係る発光素子は、各発光素子が駆動素子を有するアクティブ・マトリックス駆動の発光素子であり、駆動素子としてSITを使用している。ガラス基板38上に、ソース電極39、半導体層40、正孔注入層42、正孔輸送層43、発光層44、電子輸送層45、電子注入層46、ドレイン電極47を順次積層して形成されている。ゲート電極41は、半導体層40内にくしの歯状に配置されている。半導体層40は、たとえばP型の導電性有機材料からなり、アルミニウムなどからなるゲート電極41に正のバイアス電圧を印加し、ソース電極39から発光層44に向かって流れる正孔をキャリアとする電流を制御して、発光素子の発光強度を制御する。正孔注入層42には、銅フタロシアニン、PEDOTなどのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。正孔輸送層43には、TPD、TPACなどの有機材料を使用する。発光層44には、Alq₃、NPBなどの低分子系有機EL材料、あるいはPPV、ポリ（3-アルキルチオフェン）などの高分子系有機EL材料を使用する。電子輸送層45には、Na、Kなどのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ（3-メチルチオフェン）などを使用する。電子注入層46には、LiFやMgなどの仕事関数の小さい材料を使用する。陰極47には、アルミニウムや銀などの材料を使用する。

【0018】

第7図(a)は、本発明の第七の実施例に係る発光素子の断面図である。本発明の第七の実施例に係る発光素子も、アクティブ・マトリックス駆動の発光素子であり、駆動素子としてはMOS型の電流制御構造を使用している。ガラス基板48上に、ゲート電極49、ゲート絶縁膜50が積層形成されている。ゲート絶縁膜50上に形成された陽極53の上に、正孔注入層51、正孔輸送層52、発光層54、電子輸送層55、電子注入層56からなる多層膜を配置し、電子注入層56上に陰極57を配置している。陰極57と陽極53は横方向にずれた位置に配置されている。たとえば、陰極57を接地電位とし、陽極53に正のバイアス電圧を印加し、陽極53から正孔をキャリアとする電流を注入する。ゲート電極49に負の制御電圧を印加し、陽極から注入される正孔の一部を捕捉することで電流を制御する。陰極57から注入される電子と陽極53から注入される正孔が発光層54で再結合することで、発光層が発光する。発光強度は、ゲート電極49に印加する制御電圧で制御できる。正孔注入層51には、銅フタロシアニン、PEDOTなどのポリチオフェン、ポリアニリンなどの有機材料を使用する。正孔輸送層52には、TPD、TPACなどの有機材料を使用する。発光層54には、Alq₃、NPBなどの低分子系有機EL材料、あるいはPPV、ポリ（3-アルキルチオフェン）などの高分子系有機EL材料を使用する。電子輸送層55には、Na、Kなどのアルカリ金属内包フラーレン、あるいはアルカリ金属内包フラーレンをドーブした有機材料を使用する。アルカリ金属内包フラーレンをドーブする有機材料としては、たとえば、ポリパラフェニレン、ポリチオフェン、ポリ（3-メチルチオフェン）などを使用する。電子注入層56には、LiFやMgなどの仕事関数の小さい材料を使用する。

【0019】

第7図(b)は、本発明の第七の実施例に係る発光素子を表す回路記号であり、本明細書の中で、第7図(a)に示すMOS型の電流制御構造を使用した発光ダイオードを表すものとして定義したものである。Aで示される端子は陽極53、Kで示される端子は陰極57、Gで示される端子はゲート電極49に対応する。

【0020】

第9図は、本発明のパッシブ・マトリックス駆動方式の発光装置の平面図である。フィルム状の発光素子を格子状に配置したカラム電極C1～C6とロー電極R1～R7で挟んで、電極の端に配置したカラム・ドライバー201とロー・ドライバー202でバイアス電圧を印加して、カラム電極とロー電極から同時にバイアス電圧を印加した部分の発光層を発光させる。

【0021】

第10図(a)は、本発明のアクティブ・マトリックス駆動方式の発光装置の平面図であり、第10図(b)は、本発明のアクティブ・マトリックス駆動方式の発光装置の回路図である。第10図(a)に示すアレイ状に配置された発光素子において、各発光素子はそれぞれMOS構造による制御を行う駆動素子を有している。第10図(b)に示すように、各カラム配線C1～C3は、駆動素子のゲート電極と接続し、各ロー配線R1～R3は駆動素子の陽極に接続されている。駆動素子の陰極は、接地電位と接続している。ロー配線にバイアス電圧を印加して、制御する発光素子の行を選択し、各カラム配線に印加する制御電圧を制御して、選択された行における各列の発光素子の発光強度を制御する。第10図では、発光素子を駆動する素子として、MOS構造による制御を行う駆動素子を例にとって説明したが、他の駆動素子を使用しても本発明の効果が同様に得られることは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第一の実施例に係る発光素子の断面図である。

【図2】本発明の第二の実施例に係る発光素子の断面図である。

【図3】本発明の第三の実施例に係る発光素子の断面図である。

【図4】本発明の第四の実施例に係る発光素子の断面図である。

【図5】本発明の第五の実施例に係る発光素子の断面図である。

【図6】本発明の第六の実施例に係る発光素子の断面図である。

【図7】(a)は、本発明の第七の実施例に係る発光素子の断面図であり、(b)は、本発明の第七の実施例に係る発光素子を表す回路記号である。

【図8】従来の発光素子の断面図である。

【図9】本発明のパッシブ・マトリックス駆動方式の発光装置の平面図である。

【図10】(a)は、本発明のアクティブ・マトリックス駆動方式の発光装置の平面図である。(b)は、本発明のアクティブ・マトリックス駆動方式の発光装置の回路図である。

【図11】本発明の第八の実施例に係る発光素子の断面図である。

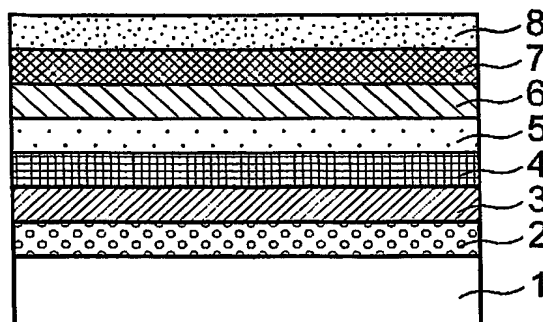
【符号の説明】

【0023】

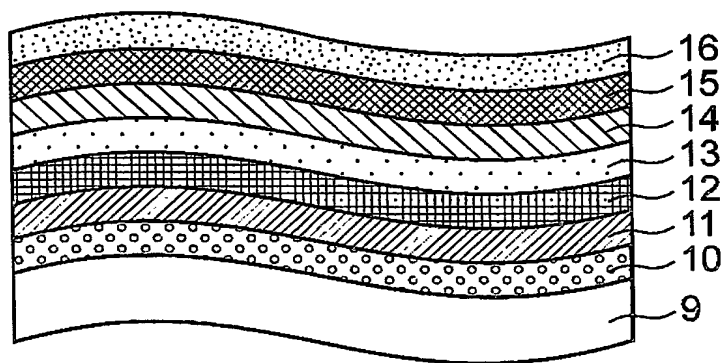
- 1、17、25、32、38、48、59、101 ガラス基板
- 9 プラスティック基板
- 2、10、18、26、33、53、60、102 陽極
- 3、11、19、27、42、51、103 正孔注入層
- 4、12、20、28、34、43、52、104 正孔輸送層
- 5、13、21、29、35、54、44、61、105 発光層
- 6、14、22、36、45、55、62、106 電子輸送層
- 7、15、23、30、46、56、107 電子注入層
- 8、16、24、31、37、57、63、108 陰極
- 39 ソース電極
- 40 半導体層
- 41、49 ゲート電極
- 47 ドレイン電極
- 50 ゲート絶縁膜
- 58 保護絶縁膜

2 0 1 カラム・ドライバー
2 0 2 ロー・ドライバー

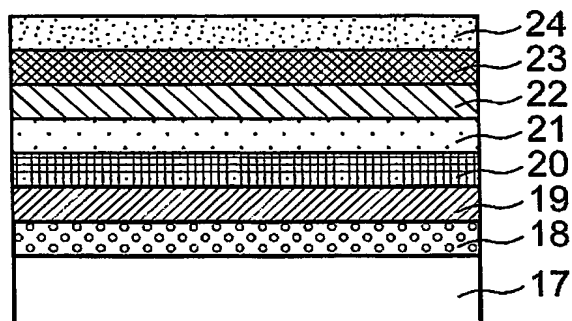
【書類名】 図面
【図 1】



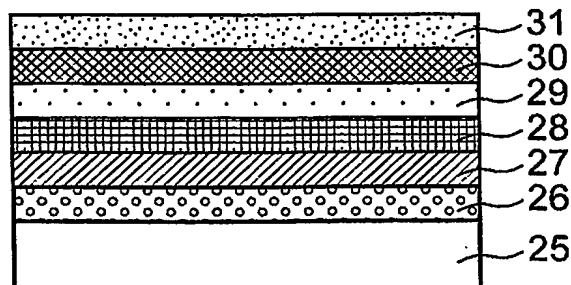
【図 2】



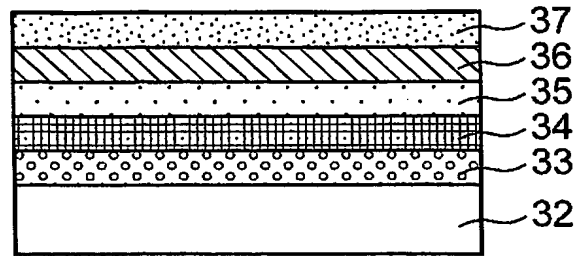
【図 3】



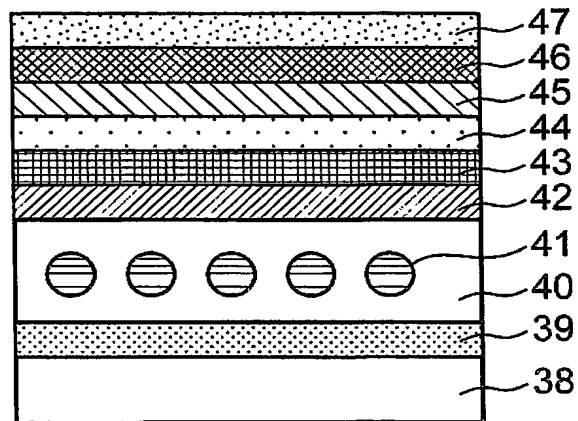
【図 4】



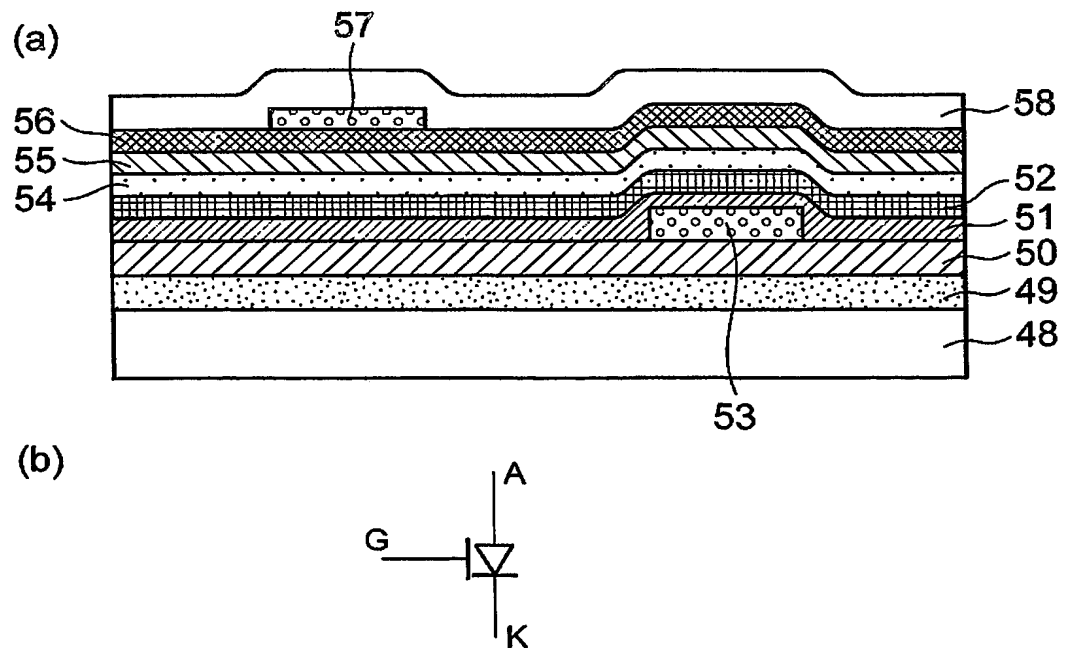
【図 5】



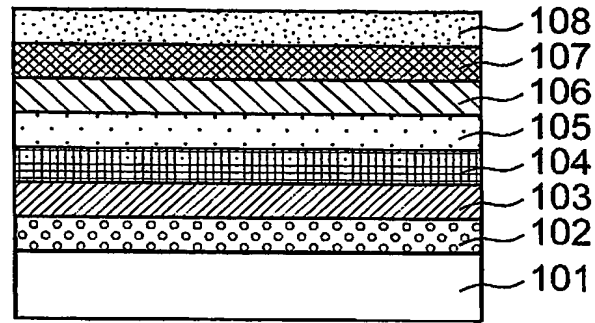
【図 6】



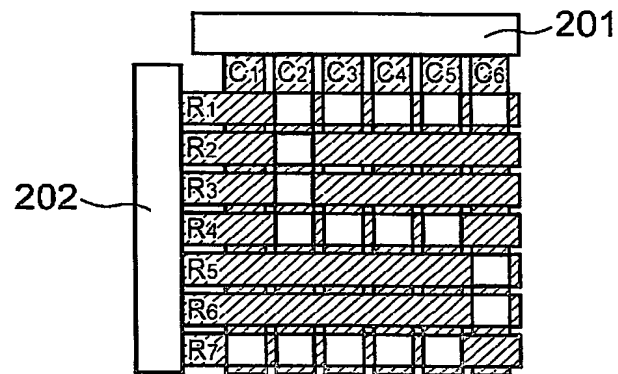
【図 7】



【図 8】

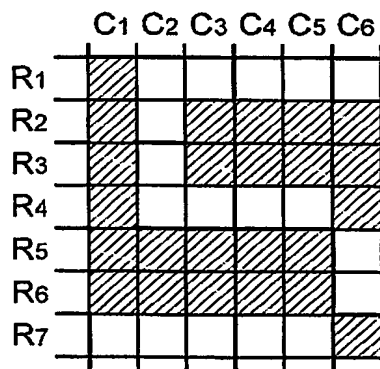


【図 9】

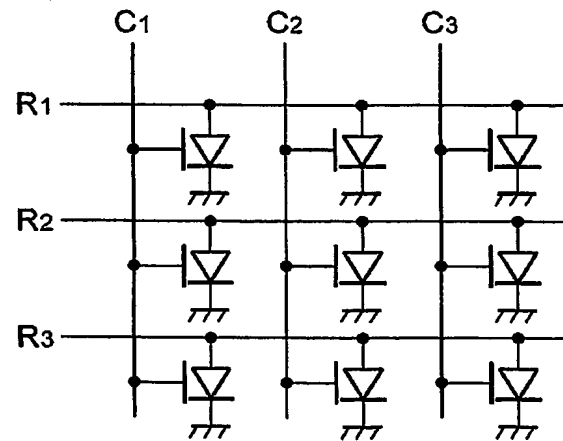


【図 10】

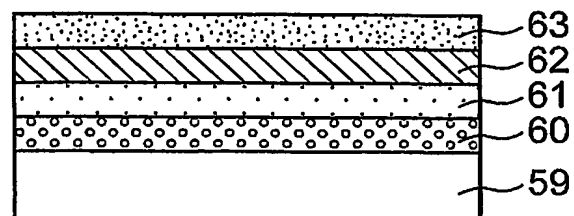
(a)



(b)



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

表示装置や照明装置に使用される有機EL発光素子の発光膜を構成する電子輸送層あるいは電子注入層として、従来使用されていたアルカリ金属をドーピングした有機材料は、アルカリ金属が、反応性が高く水酸化物になり易く、厳密なプロセス管理が必要で、発光素子、又は発光装置の封止を完全なものにしなければならず、また発光素子の寿命が十分長くないという問題があった。

【解決手段】

有機EL発光素子の発光膜を構成する電子輸送層あるいは電子注入層として、アルカリ金属内包フラーレン、またはアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料を使用することにした。アルカリ金属内包フラーレン、またはアルカリ金属内包フラーレンをドーピングした有機材料は、大気中の水分や他の不純物との反応性が低く、プロセス管理が容易で、また、簡易な封止構造を使用しても、発光素子の寿命を十分長くできる。

【選択図】 図1

特願 2003-273100

出願人履歴情報

識別番号

[502344178]

1. 変更年月日

2002年 9月20日

[変更理由]

新規登録

住所

宮城県仙台市青葉区南吉成六丁目6番地の3

氏名

株式会社イデアルスター

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.